

Polluted air cleaning by catalytic oxidn. - in electric field generated between electrically heated catalyst and electrode

(14)

Publication number: DE4209196

Publication date: 1993-07-29

Inventor:

Applicant:

Classification:

- International: B01D53/32; B01D53/86; F01N3/08; F01N3/20;
B01D53/32; B01D53/86; F01N3/08; F01N3/20; (IPC1-
7): B01D53/36

- European: B01D53/32B; B01D53/86H; F01N3/08C; F01N3/20B2;
F01N3/20B2C

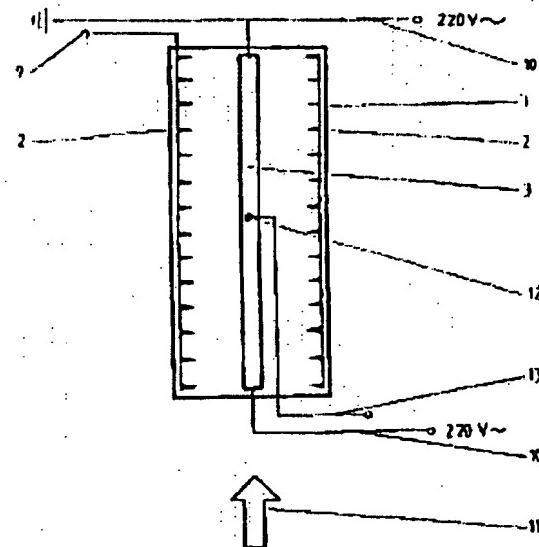
Application number: DE19924209196 19920318

Priority number(s): DE19924209196 19920318

[Report a data error here](#)

Abstract of DE4209196

(A) Cleaning of contaminated air by heterogeneous catalysis involves directly electrically heating an oxidn. catalyst-coated element to the requisite reaction temp. and employing pressure or suction to cause air flow past the element so that pollutants are oxidised to harmless gaseous reaction products on contact with the catalyst surface. An electric field is generated by applying a voltage of at least 10kV between the element, connected as an electrode, and a spaced further electrode, the electric field being perpendicular to the air flow direction and the element being held at zero potential. (B) Appts. for carrying out the above process is also claimed. ADVANTAGE - The process allows cleaning even of air with a low pollutant concn. of less than 100 (esp. less than 10) mg./cu.m., with good efficiency and low energy consumption.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑯ Patentschrift
⑯ DE 42 09 196 C 1

⑯ Int. Cl. 5:
B 01 D 53/36

DE 42 09 196 C 1

⑯ Aktenzeichen: P 42 09 196.9-43
⑯ Anmeldetag: 18. 3. 92
⑯ Offenlegungstag: —
⑯ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 29. 7. 93

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Patentinhaber:

Mannesmann AG, 4000 Düsseldorf, DE

⑯ Vertreter:

Meissner, P., Dipl.-Ing.; Prestring, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 1000 Berlin

⑯ Erfinder:

Becker, Oliver, 6646 Losheim, DE; Kolz, Sabine, 6624
Großrosseln, DE; Hager, Herbert, Dipl.-Ing., 6637
Nalbach, DE

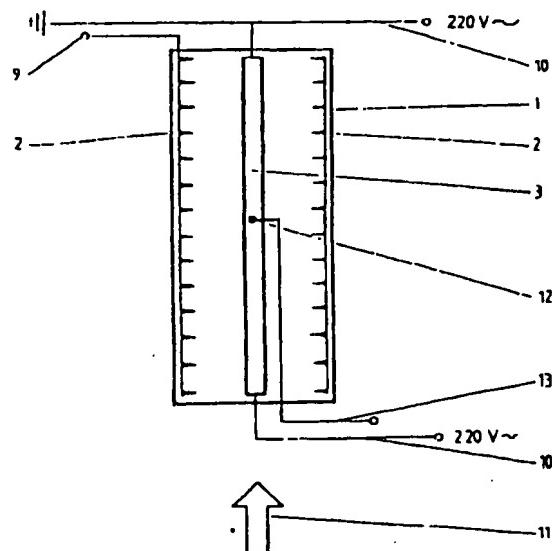
⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	39 29 521 A1
DE	38 04 722 A1
DE	37 08 508 A1
DE	30 35 206 A1

⑯ Verfahren und Vorrichtung zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse

⑯ Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse, bei dem ein mit Oxidationskatalysatormaterial beschichtetes Element durch Anlegen einer Spannung wie ein Heizelement direkt beheizt und auf die für eine katalytische Oxidation erforderliche Reaktionstemperatur erwärmt wird und die Abluft durch Druck- oder Sogwirkung geführt am Element vorbeiströmt und die Schadstoffe bei Berührung mit der Kat-Oberfläche zu umweltverträglichen gastförmigen Reaktionsprodukten oxidiert werden.

Um zu erreichen, daß auch schadstoffbeladene Abluft mit einer Schadstoffkonzentration von weniger als 100 mg/cbm mit gutem Wirkungsgrad und geringem Energiebedarf gereinigt werden kann, wird vorgeschlagen, daß zwischen dem als Elektrode geschalteten beschichteten Element (3, 8) und einer weiteren im Abstand dazu angeordneten Elektrode (1, 6) ein elektrisches Feld durch Anlegen einer Hochspannung von mindestens 10 kV erzeugt wird, wobei das elektrische Feld in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung der Abluft liegt und das beschichtete Element (3, 8) immer am Nullpotential der Hochspannung anliegt.



DE 42 09 196 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

Die katalytische Verbrennung von trägerfixierten Schadstoffen ist prinzipiell bekannt (DE 38 04 722) und läßt sich mit einer großen Vielfalt von Katalysatoren durchführen. Bei den bisherigen Ausführungen wird das Katalysatormaterial auf keramische und metallische Wabenkörper oder sonstige keramische Träger, z. B. Schüttung mit grober Oberfläche aufgebracht. Der Nachteil der bisher bekannten Katalyseverfahren besteht darin, daß die gesamte Trägerluft auf die Arbeitstemperatur des Katalysatormaterials (200 bis 600 Grad Celsius) erwärmt werden muß. Im Falle von Verbrennungsprozessen, wie zum Beispiel Kraftfahrzeugmotoren, hat das zu reinigende Abgas bereits selbst die erforderliche Prozeßtemperatur. Im ersteren Fall, bei dem die erforderliche Energie von außen zugeführt werden muß, bedeutet dies einen hohen Energieaufwand und schränkt den Anwendungsbereich der katalytischen Nachverbrennung ein.

Zur Überwindung dieses Problems ist bereits vorgeschlagen worden (DE 39 29 521), nur die Katoberfläche auf die erforderliche Prozeßtemperatur zu bringen, um mit einer Trägerluft von etwa Raumtemperatur arbeiten zu können. Dazu wird ein mit Katalysatormaterial beschichteter Heizdraht eingesetzt, der durch Anlegen einer elektrischen Spannung direkt beheizt wird. Die trägerfixierte Schadluft wird nun so schnell beispielsweise durch ein enges Gitter aus Katalysatordrähten, die auf einem aus elektrisch isolierendem Werkstoff hergestellten Rahmen aufgespannt sind, geleitet, daß sich die Luft nur geringfügig erwärmt und die weitgehend durch die katalytische Oxidation abgebaut werden. Nachteilig bei diesem Verfahren ist der schlechte Wirkungsgrad der Anlage, da jedes Abluftmolekül mit den katalytisch beschichteten Heizdrähten in Kontakt gebracht werden muß. Dies ist aber bei einem für die Leistung der Anlage erforderlichen Durchsatz der verunreinigten Luft praktisch nicht möglich. Das geschilderte Verfahren versagt bei der Reinigung von Abluft mit geringen Schadstoffkonzentrationen insbesondere dann, wenn die Schadstoffkonzentration auf einen Wert kleiner 100 mg/cbm Abluft sinkt.

Aus der DE 30 35 206 A1 ist ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 bekannt, bei dem dem beschichteten Element zwei Elektroden zugeordnet sind, zwischen denen ein elektrisches Feld durch Anlegen einer Hochspannung von mindestens 10 KV erzeugt wird. Dieses Feld liegt etwa senkrecht zur Strömungsrichtung der Abluft. Durch dieses Feld werden bei diesem Verfahren, feine, kettenförmige Rußteilchen in einzelne, feinere Partikel zerteilt, so daß die Rußverminderung gefördert sowie der Rußcharakter verändert wird.

Ferner ist aus der DE 37 08 508 A1 ein Verfahren zum Vermindern von Schadstoffen in Verbrennungsabgasen bekannt, bei dem die Abgase durch ein pulsierendes elektrisches Feld geleitet werden. Dieses Feld wird zwischen zwei konzentrischen, metallischen Rohren aufgebaut, an die die Hochspannungs-Pulsquelle angeschlossen ist.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein verbessertes Verfahren für die heterogene Katalyse anzugeben, mit dem auch schadstoffbeladene Abluft mit einer Schadstoffkonzentration von weniger als 100 mg/m³, insbesondere

für eine Konzentration von weniger als 10 mg/m³ mit gutem Wirkungsgrad und geringem Energiebedarf gereinigt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden 5 Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen sowie eine zur Durchführung des Verfahrens geeignete Vorrichtung angegeben.

Kern der Erfindung ist die Überlegung, daß bei Abluft 10 mit einer geringen Schadstoffkonzentration in der Größeordnung von weniger als 100 mg/m³, insbesondere bei einer Konzentration von weniger als 10 mg/m³ die Schadstoffe zuerst aufkonzentriert werden müssen, um sie dann wirkungsvoll und mit geringem Energieaufwand katalytisch verbrennen zu können. Dies wird dadurch erreicht, daß zwischen dem als Elektrode geschalteten beschichteten Element und einer weiteren im Abstand dazu angeordneten Elektrode ein elektrisches Feld durch Anlegen einer Hochspannung von mindestens 10kV erzeugt wird, wobei das elektrische Feld in etwa senkrecht zur Strömungsrichtung der durch das Gehäuse geführten Abluft steht. Die Beschichtung mit Oxidationskatalysatormaterial kann wahlweise an der 15 als Anode geschalteten Elektrode oder an der Innenseite des als Kathode geschalteten Gehäuses erfolgen, wobei die beschichtete Elektrode immer am Nullpotential der Hochspannung anliegt, damit sie über eine aufgeschaltete Wechselspannung elektrisch beheizbar ist. Im elektrischen Hochspannungsfeld werden die Schadstoffe, d. h. im allgemeinen Kohlenwasserstoffverbindungen oder sonstige katalytisch verbrennbare Schadstoffe ionisiert und unterliegen damit der Kraftwirkung des Feldes. Das System ist beispielsweise so geschaltet, daß die 20 mit Sprühkathoden versehene Innenfläche des Gehäuses als Kathode geschaltet ist und das beheizbare und mit Oxidationskatalysatormaterial beschichtete Element als Anode. Beim Durchgang der Abluft durch das hochgespannte elektrische Feld werden die Schadstoffe sowie ein Teil des Luftsauerstoffes negativ ionisiert und streben der Anode zu. Beim Auftreffen der 25 ionisierten Moleküle auf das mit Katalysatormaterial beschichtete und erwärmte Element erfolgt die katalytische Oxidation. Bei der Stoßionisation durch die angelegte Hochspannung können auch positiv ionisierte Moleküle entstehen und für diesen Fall kann man das Potential des elektrischen Feldes ändern. Dafür wird das 30 als Kathode geschaltete Gehäuse auf der Innenseite einschließlich der darauf angeordneten Sprühkathoden beschichtet, wobei das Gehäuse am Nullpotential der Hochspannung anliegt. Das Gehäuse wird dann im Sinne der katalytischen Verbrennung beheizt und die positiv ionisierten Moleküle wandern dann zur Kathode und werden dort verbrannt. Um von der Art der Ionisierung der einzelnen Schadstoffmoleküle unabhängig zu sein, kann man beide Schaltungsmöglichkeiten kombinieren 35 und einen Katalysator herstellen, der mindestens aus zwei Abschnitten besteht, wobei jeder Abschnitt ein anderes Potential für die Anode aufweist. In bekannter Weise weist die beschichtete Elektrode durch die direkte elektrische Beheizung eine Oberflächentemperatur auf, die der für die katalytische Oxidation erforderlichen Arbeitstemperatur entspricht. Der Stickstoff der Luft wird nicht ionisiert, da die maximal angelegte Feldstärke dafür nicht ausreicht. Als Nebeneffekt wird durch das elektrische Feld auch Ozon erzeugt, das ein starkes Oxydationsmittel ist und in dieser Weise die Reinigungswirkung unterstützt.

Die Vorteile des Verfahrens sind darin zu sehen, daß

zum einen die Abluft nur wenig aufgeheizt wird, beispielsweise bis etwa 40 Grad Celsius, da nur ein geringer Teil der Trägerluft mit dem beheizten Element in Berührung kommt. Dadurch sinkt der Stromverbrauch für die Beheizung des Elementes. Um die Effektivität zu steigern, wird weiterhin vorgeschlagen, die beheizbare Anode aus einem Gewebeband herzustellen, wobei die Dicke der einzelnen Metalldrähte kleiner 0,1 mm und die Maschenweite kleiner 1 mm ist. Für ein konkretes Ausführungsbeispiel sind die Metalldrähte aus Cr-Ni-Stahl gefertigt mit einer Dicke von 0,05 mm, während die Maschenweite des daraus gefertigten Gewebebandes bei 0,08 mm liegt. Dieses Metallgewebe ist sehr leicht biegsam und kann deshalb sowohl geradlinig als auch gefaltet im Gehäuse angeordnet werden. Die für die heterogene Katalyse wirksame Oberfläche wird durch das Metallgewebe erhöht bei einer geringen Speicherkapazität im Sinne einer kurzen Aufheizzeit. Dieses wiederum ermöglicht das Element nur dann auf Prozeßtemperatur zu bringen, wenn schadstoffbelastete Abluft anfällt. Bedingt durch diesen intermittierenden Betrieb kann in den Totzeiten erheblich an Energie eingespart werden. Das Zu- und Abschalten der Anlage kann in der Weise erfolgen, daß im Zuführungsbereich des Katalysators die Schadstoffkonzentration der Abluft laufend gemessen wird und bei Überschreiten einer vorgegebenen Minimalkonzentration die Beheizung eingeschaltet und die Hochspannung angelegt wird. Das Abschalten erfolgt dann, wenn die Schadstoffkonzentration unter den vorgegebenen Mindestwert fällt. Bei einer sehr einfachen Ausführungsform wird das Zu- bzw. Abschalten des Katalysators mit dem Schalter des Entlüftungsventilators gekoppelt. In diesem Falle wird die subjektive Beeinträchtigung der z. B. in einer Großküche arbeitenden Personen als Auslösefaktor verwendet. Für eine wirkungsvolle katalytische Oxidation ist es erforderlich, daß das Element eine auf den Schadstofftyp abgestimmte Oberflächentemperatur aufweist. Um diese genau zu erfassen, wird außerdem vorgeschlagen, einen Temperaturfühler, z. B. ein Thermoelement an die beheizbare Elektrode anzuhängen und die Meßsignale einem Regelkreis für die Beheizung der Elektrode zuzuführen. Dieses Regelverfahren ist wesentlich genauer als das bisher bekannte Verfahren, bei dem über die Spannungsregelung des Heizdrahtes die Temperatur eingestellt wird. Bei dieser Verfahrensweise bleiben Veränderungen des Heizdrahtes im Hinblick auf Alterungsercheinungen unberücksichtigt.

Der einzelne Katalysator kann vorzugsweise als Rohr- oder als Kanalmodul gestaltet und durch Reihen- oder Parallelschaltung zu größeren Einheiten zusammengefaßt werden. Bei dem breiten möglichen Anwendungsspektrum dieses Verfahrens in Großküchen, Intensivtierhaltung, Abortanlagen, bei der Lebens- und Genußmittelherstellung sowie der chemischen und pharmazeutischen Industrie muß damit gerechnet werden, daß die zu reinigende Abluft zusätzlich mit Staubpartikeln belastet ist. Außerdem können Bestandteile in der Abluft enthalten sein, die bei der katalytischen Verbrennung Aschepartikel bilden. Solche Bestandteile müssen zuvor entfernt werden, damit der Katalysator nicht schon nach kurzer Betriebszeit verschmutzt bzw. sogar zuwächst. Für diese Fälle wird deshalb vorgeschlagen, daß dem Katalysator ein entsprechender Abscheider vorgeschaltet wird. Abscheider für diesen Zweck können als herkömmliche Staubfilter (z. B. Tuchfilter), als Elektrofilter, Zyklone oder Naßwäscher ausgebildet sein. Bei der katalytischen Oxidation darf zu-

dem ein in der Abluft vorhandener Tropfen eine kritische Größe nicht überschreiten, da ansonsten die katalytische Oxidation nur unvollkommen abläuft. Um dies zu vermeiden wird außerdem vorgeschlagen, daß für Abluft, die Teilchen mit überkritischer Tröpfchengröße aufweist, ein Zerstäuber dem Katalysator vorgeschaltet wird.

In der Zeichnung wird anhand zweier Ausführungsbeispiele das erfundungsgemäße Verfahren näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 schematisch einen erfundungsgemäßen Katalysator als Rohrmodul ausgelegt

Fig. 2 einen Längsschnitt des in Fig. 1 dargestellten Katalysators

Fig. 3 schematisch einen erfundungsgemäßen Katalysator als Kanalmodul ausgelegt.

In Fig. 1 ist schematisch im Querschnitt und in Fig. 2 im Längsschnitt ein erfundungsgemäßer Katalysator, der als Rohrmodul ausgelegt ist, dargestellt. Das Gehäuse ist ein Rohrabschnitt 1, an dessen Innenfläche über den Umfang und die Länge verteilt Sprühkathoden 2 angeordnet sind. In der Mitte befindet sich ein Heizdraht 3, der mit entsprechendem Oxidationskatalysatormaterial beschichtet ist. Die Sprühkathoden 2 sind über ein Kabel 9 elektrisch mit einem Spannungsgeber (hier nicht dargestellt) verbunden, wobei die Sprühkathoden 2 als Kathode und der Heizdraht 3 als Anode geschaltet sind und die Anode am Nullpotential anliegt. Der Heizdraht 3 wiederum ist über Kabel 10 an einen regelbaren Heizkreis (hier nicht dargestellt) angeschlossen. Nach Aufgabe der Hochspannung wird zwischen den Sprühkathoden 2 und dem Heizdraht 3 ein elektrisches Feld erzeugt. Um die gewünschte Ionisierung der Schadstoffteilchen in der Abluft zu erreichen, ist eine Mindestspannung von 10 kV erforderlich. Die schadstoffbelastete Abluft wird axial durch den Rohrabschnitt 1 geführt und die Schadstoffe 4 und ein Teil des Luftsauerstoffes werden ionisiert. Die Strömungsgeschwindigkeit der Abluft liegt dabei in einem Bereich zwischen 0,5–1 m/sec, wo bei die Hauptströmungsrichtung 11 (Fig. 2) etwa senkrecht zu den Feldlinien des erzeugten elektrischen Feldes liegt. Durch die Kraftwirkung des Feldes werden die Schadstoffe 4, wie hier andeutungsweise dargestellt, zum Heizdraht 3 geführt und beim Auftreffen dieser Teile 4 auf die beschichtete Katoberfläche findet die Oxidation statt. Die gasförmigen Reaktionsprodukte werden zusammen mit den übrigen nicht ionisierten Luftteilchen axial aus dem Rohrabschnitt 1 herausgeführt. Um die für den katalytischen Prozeß erforderliche Prozeßtemperatur genau einzustellen zu können, ist am Heizdraht 3 ein Temperaturfühler 12, beispielsweise ein Thermoelement angeordnet. Dieser Fühler 12 ist über ein Kabel 13 mit der Regelung des hier nicht dargestellten Heizkreises für die Beheizung des beschichteten Elementes 3 verbunden.

In Fig. 3 ist eine andere Ausführungsform des erfundungsgemäßen Katalysators dargestellt. In diesem Beispiel ist das Gehäuse als Kanalmodul ausgebildet. Vergleichbar wie in Fig. 1 sind auf der Innenseite der Seitenflächen 6 des rechteckigen Gehäuses 5 Sprühkathoden 7 angeordnet. Das beheizbare Element ist als Gewebeband 8 ausgebildet, das sich in diesem Fall geradlinig durch das Gehäuse 5 erstreckt.

Die Heranführung der ionisierten Schadstoffe 4 nach Anlegen des elektrischen Feldes erfolgt dann auf beiden Oberflächenseiten des Gewebebandes 8. Dadurch wird für die katalytische Oxidation zur Verfügung stehen-

de Fläche erheblich vergrößert.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung schadstoffbeladener Abluft durch heterogene Katalyse, bei dem ein mit Oxidationskatalysatormaterial beschichtetes Element durch Anlegen einer Spannung wie ein Heizelement direkt beheizt und auf die für eine katalytische Oxidation erforderliche Reaktionstemperatur erwärmt wird und die Abluft durch Druck- oder Sogwirkung geführt am Element vorbeiströmt und die Schadstoffe bei Berührung mit der Kat-Oberfläche zu umweltverträglichen gasförmigen Reaktionsprodukten oxidiert werden, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem als Elektrode geschalteten beschichteten Element und einer weiteren im Abstand dazu angeordneten Elektrode ein elektrisches Feld durch Anlegen einer Hochspannung von mindestens 10 kV erzeugt wird, wobei das elektrische Feld senkrecht zur Strömungsrichtung der Abluft liegt und das beschichtete Element immer am Nullpotential der Hochspannung anliegt. 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schadstoffkonzentration der Abluft laufend gemessen wird und erst bei Überschreiten einer vorgegebenen Minimalkonzentration die Beheizung für das beschichtete Element eingeschaltet und die elektrische Hochspannung angelegt wird und bei Unterschreiten der vorgegebenen 20 Minimalkonzentration Beheizung und Hochspannung abgeschaltet werden. 30
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächentemperatur des beheizten Elementes gemessen wird und die Meßsignale einem Regelkreis für die Beheizung des Elementes zugeführt werden. 35
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in der zugeführten Abluft enthaltenden Staubpartikel sowie die Bestandteile der Abluft, die bei der katalytischen Oxidation Ascheteilchen bilden, vor der katalytischen Oxidation in bekannter Weise abgeschieden werden. 40
5. Verfahren nach den Ansprüchen 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Abluft enthaltenden überkritisch großen Tröpfchen vor der katalytischen Oxidation auf eine unterkritische Größe in bekannter Weise zerstäubt werden. 45
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem Katalysator, der ein mit Oxidationsmaterial beschichtetes Element aufweist, das als Heizelement ausgebildet und über Kabel mit einer Spannungsquelle verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß das beschichtete Element (3, 8) als Elektrode ausgebildet ist und eine im Abstand dazu angeordnete Elektrode (1, 6) über Kabel (9) an einer Hochspannungsquelle angelassen sind, wobei das beschichtete Element (3, 8) als Nullpotential geschaltet ist. 50
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Elektrode das Gehäuse (1, 6) des Katalysators ist und das als Anode geschaltete beschichtete Element (3, 8) im Gehäuse (1, 6) angeordnet ist und auf der Innenseite des Gehäusemantels (1, 6) Sprühkathoden (2, 7) angeordnet sind. 60
8. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenseite des Gehäuses (1, 6) und auf ihr angeordnete Sprühkathoden (2, 7) beschich- 65

tet sind und das Gehäuse (1, 6) als Nullpotential geschaltet ist und die als Anode geschaltete zweite Elektrode (3, 8) im Gehäuse (1, 6) angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach den Ansprüchen 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Katalysator mindestens einen Abschnitt aufweist, bei dem die im Gehäuse (1, 6) angeordnete Anode (3, 8) mit Oxidationskatalysatormaterial beschichtet ist und mindestens einen weiteren Abschnitt aufweist, bei dem die Innenseite des als Kathode geschalteten Gehäuses (1, 6) beschichtet ist.
10. Vorrichtung nach den Ansprüchen 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Anode als metallisches Gewebeband (8) ausgebildet ist, wobei die Dicke der einzelnen Metaldrähte kleiner 0,1 mm und die Maschenweite kleiner 1 mm ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an der beheizbaren Elektrode (3) ein Temperaturfühler (12) befestigt ist.
12. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 und 11, dadurch gekennzeichnet daß dem Katalysator für die katalytische Oxidation mindestens ein Abscheider für Staubpartikel und/oder Bestandteile der Abluft, die bei der katalytischen Verbrennung Ascheteilchen bilden, vorgeschaltet ist.
13. Vorrichtung nach den Ansprüchen 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß dem Katalysator ein Zerstäuber vorgeschaltet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

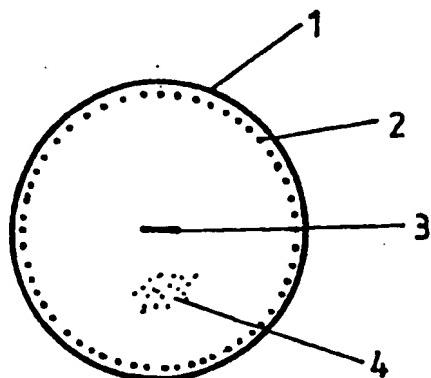


Fig. 1

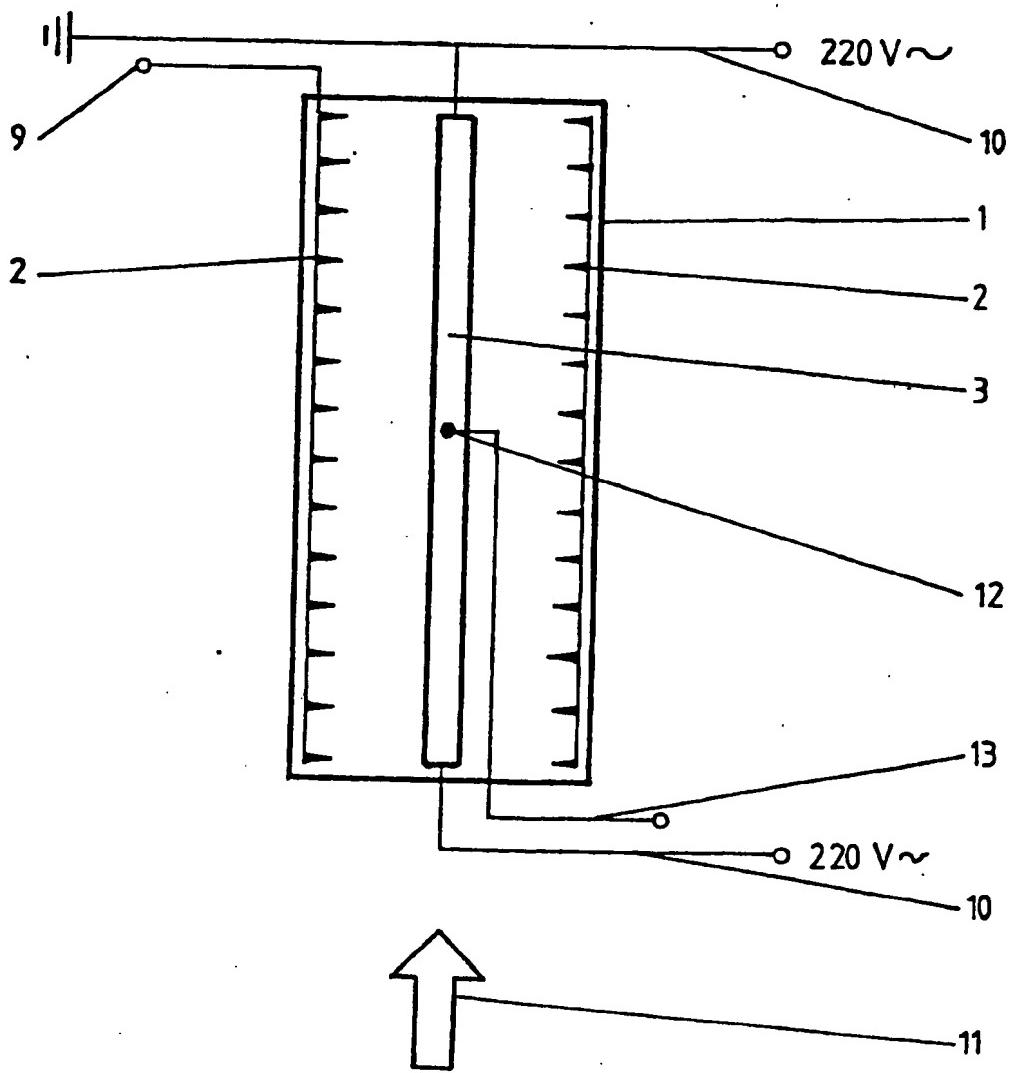


Fig. 2

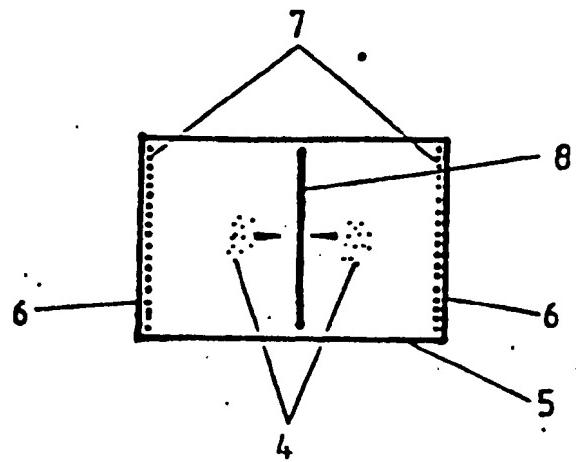


Fig. 3